

FISICA

TEMA 5: FÍSICA CUÁNTICA Y NUCLEAR

- Junio, Ejercicio D1
- Junio, Ejercicio D2
- Reserva 1, Ejercicio D1
- Reserva 1, Ejercicio D2
- Reserva 2, Ejercicio D1
- Reserva 2, Ejercicio D2
- Reserva 3, Ejercicio D1
- Reserva 3, Ejercicio D2
- Reserva 4, Ejercicio D1
- Reserva 4, Ejercicio D2
- Julio, Ejercicio D1
- Julio, Ejercicio D2

a) Represente gráficamente la energía de enlace por nucleón frente al número másico y justifique, a partir de la gráfica, los procesos de fusión y fisión nuclear.

b) En el proceso de desintegración de un núcleo de  $^{218}_{84}\text{Po}$ , se emiten sucesivamente una partícula alfa y dos partículas beta, dando lugar finalmente a un núcleo de masa 213'995201 u.

i) Escriba la reacción nuclear correspondiente. ii) Justifique razonadamente, cuál de los isótopos radioactivos (el  $^{218}_{84}\text{Po}$  o el núcleo que resulta tras los decaimientos) es más estable.

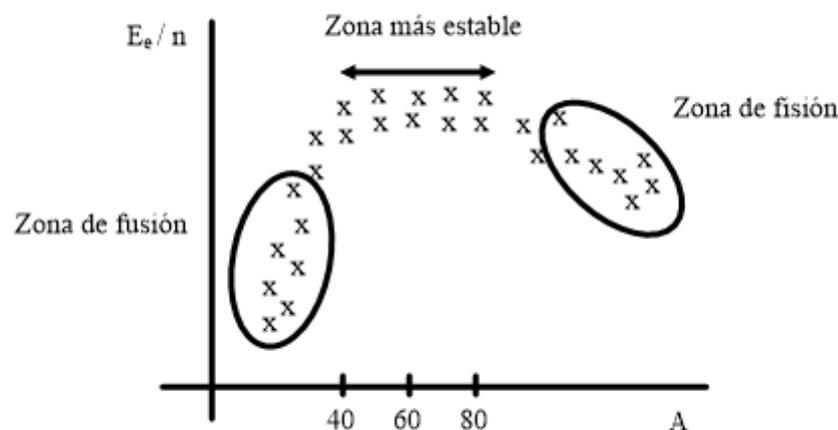
$$m(^{218}_{84}\text{Po}) = 218'009007 \text{ u}; m_p = 1'007276 \text{ u}; m_n = 1'008665 \text{ u}; 1\text{u} = 1'67 \cdot 10^{-27} \text{ kg};$$

$$c = 3 \cdot 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$$

FISICA. 2021. JUNIO. EJERCICIO D1

## RESOLUCION

a) La variación de la estabilidad de los núcleos atómicos en función del número másico se explica bien mediante la gráfica energía de enlace por nucleón ( $E_e/n$ ) frente al número másico (A). Cada elemento se representa por unas x y la distribución de puntos sale algo aproximado al esquema:



Para los núcleos ligeros  $A < 40$  la  $E_e/n$  aumenta rápidamente con A.

Para los núcleos pesados  $A > 80$  la  $E_e/n$  disminuye lentamente con A.

Los núcleos más estables están en torno a  $40 < A < 80$ .

Las reacciones de fusión parten de núcleos ligeros y produce un núcleo más pesado que es más estable que los núcleos de partida.

Las reacciones de fisión rompen un núcleo pesado y producen núcleos más ligeros que son más estables que el núcleo de partida.

b) La reacción que tiene lugar es:  ${}_{84}^{218}\text{Po} \rightarrow {}_2^4\text{He} + 2 {}_{-1}^0\beta + {}_{84}^{214}\text{Po}$

Calculamos el defecto de masa para  ${}_{84}^{218}\text{Po}$

$$\Delta m = [Z \cdot m_p + (A - Z) \cdot m_n] - m({}_{84}^{218}\text{Po}) = 84 \cdot 1'007276 + (218 - 84) \cdot 1'008665 - 218'009007 = 1'763287 \text{ u}$$

$$E_e = \Delta m \cdot c^2 = 1'763287 \text{ u} \cdot \frac{1'66 \cdot 10^{-27} \text{ kg}}{1 \text{ u}} \cdot (3 \cdot 10^8)^2 = 2'63 \cdot 10^{-10} \text{ J}$$

La energía de enlace por nucleón es:  $E_e / n = \frac{2'63 \cdot 10^{-10}}{218} = 1'2 \cdot 10^{-12} \text{ J/nucleón}$

Calculamos el defecto de masa para  ${}_{84}^{214}\text{Po}$

$$\Delta m = [Z \cdot m_p + (A - Z) \cdot m_n] - m({}_{84}^{214}\text{Po}) = 84 \cdot 1'007276 + (214 - 84) \cdot 1'008665 - 213'995201 = 1'742433 \text{ u}$$

$$E_e = \Delta m \cdot c^2 = 1'742433 \text{ u} \cdot \frac{1'66 \cdot 10^{-27} \text{ kg}}{1 \text{ u}} \cdot (3 \cdot 10^8)^2 = 2'6 \cdot 10^{-10} \text{ J}$$

La energía de enlace por nucleón es:  $E_e / n = \frac{2'6 \cdot 10^{-10}}{214} = 1'216 \cdot 10^{-12} \text{ J/nucleón}$

Será más estable el que tenga mayor energía por nucleón, es decir, el  ${}_{84}^{214}\text{Po}$

a) Un protón y un electrón son acelerados por una misma diferencia de potencial en una cierta región del espacio. Indique de forma razonada, teniendo en cuenta que la masa del protón es mucho mayor que la del electrón, si las siguientes afirmaciones son verdaderas o falsa: i) “El protón y el electrón poseen la misma longitud de onda de De Broglie asociada”. ii) “Ambos se mueven con la misma velocidad”.

b) Un electrón tiene una longitud de onda de De Broglie de  $2'8 \cdot 10^{-10}$  m. Calcule razonadamente: i) La velocidad con la que se mueve el electrón. ii) La energía cinética que posee.

$$h = 6'6 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s} ; m_e = 9'1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$$

FISICA. 2021. JUNIO. EJERCICIO D2

### R E S O L U C I O N

a) Protón y electrón son acelerados por una misma diferencia de potencial, es decir, el trabajo realizado por la fuerza eléctrica sobre ellos es el mismo, ya que,  $W = q \cdot \Delta V$  y la carga es la misma. Y como  $W = \Delta E_c \Rightarrow$  la energía cinética de los dos es la misma.

i) Sabemos que

$$\left. \begin{array}{l} \lambda = \frac{h}{mv} \\ E_c = \frac{1}{2}mv^2 \end{array} \right\} \Rightarrow \lambda = \frac{h}{m\sqrt{\frac{2E_c}{m}}} = \frac{h}{\sqrt{2mE_c}}$$

y la energía cinética de los dos es la misma, entonces:

$$\frac{\lambda_p}{\lambda_e} = \frac{\frac{h}{\sqrt{2m_p E_c}}}{\frac{h}{\sqrt{2m_e E_c}}} = \frac{\sqrt{m_e}}{\sqrt{m_p}} < 1 \text{ ya que } m_p > m_e \Rightarrow \lambda_p < \lambda_e$$

ii) Como la energía cinética es la misma

$$\frac{1}{2}m_p v_p^2 = \frac{1}{2}m_e v_e^2 \Rightarrow \left(\frac{v_p}{v_e}\right)^2 = \frac{m_e}{m_p} < 1 \text{ ya que } m_p > m_e \Rightarrow v_p < v_e$$

b) i)  $v = \frac{h}{m \cdot \lambda} = \frac{6'33 \cdot 10^{-34}}{9'1 \cdot 10^{-31} \cdot 2'8 \cdot 10^{-10}} = 2'6 \cdot 10^6 \text{ m/s}$

ii)  $E_c = \frac{1}{2}m \cdot v^2 = \frac{1}{2}9'1 \cdot 10^{-31} \cdot (2'6 \cdot 10^6)^2 = 3'08 \cdot 10^{-18} \text{ J}$

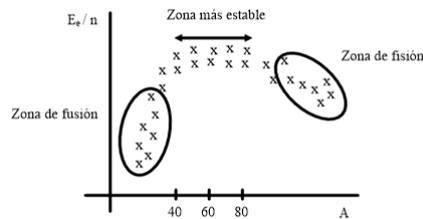
a) Discuta razonadamente la dependencia de la energía de enlace por nucleón con: i) El número másico del núcleo. ii) La estabilidad del núcleo.

b) Sabiendo que la actividad de un determinado isótopo radiactivo decae a la sexta parte cuando transcurre un tiempo de 8 horas. Determine: i) Su constante de desintegración. ii) El tiempo que debe transcurrir para que la actividad se reduzca a la décima parte de la inicial.

**FISICA. 2021. RESERVA 1. EJERCICIO D1**

### R E S O L U C I O N

a) i) La variación de la estabilidad de los núcleos atómicos en función del número másico se explica bien mediante la gráfica energía de enlace por nucleón ( $E_e/n$ ) frente al número másico ( $A$ ). Cada elemento se representa por unas x y la distribución de puntos sale algo aproximado al esquema:



Para los núcleos ligeros  $A < 40$  la  $E_e/n$  aumenta rápidamente con  $A$ .

Para los núcleos pesados  $A > 80$  la  $E_e/n$  disminuye lentamente con  $A$ .

Los núcleos más estables están en torno a  $40 < A < 80$ . Un núcleo es más estable cuanto mayor es la energía de enlace por nucleón.

ii) La estabilidad de un núcleo es mayor conforme es mayor la  $E_e/n$ , ya que esta es la energía necesario para arrancar un nucleón de un núcleo. La zona de mayor estabilidad está entorno a  $A = 60$ . Para núcleos ligeros, conforme sube  $A$ , sube la estabilidad de esos núcleos. Para núcleos pesados, conforme sube  $A$ , baja la estabilidad de esos núcleos.

b) i)  $t = 8h$  ; Actividad  $= \lambda \cdot N = \frac{1}{6} \lambda \cdot N_0$

La ley de desintegración radiactiva, dice:

$$N = N_0 \cdot e^{-\lambda t} \Rightarrow \lambda \cdot N = \lambda \cdot N_0 \cdot e^{-\lambda t} \Rightarrow \frac{1}{6} \lambda \cdot N_0 = \lambda \cdot N_0 \cdot e^{-\lambda \cdot 8} \Rightarrow \ln \frac{1}{6} = -8 \lambda \cdot \ln e \Rightarrow \lambda = \frac{\ln 1 - \ln 6}{-8} = \frac{0 - \ln 6}{-8} = \frac{\ln 6}{8} = 0'224 \text{ horas}^{-1}$$

ii)  $t = ?$  ; Actividad  $= \lambda \cdot N = \frac{1}{10} \lambda \cdot N_0$

$$N = N_0 \cdot e^{-\lambda t} \Rightarrow \lambda \cdot N = \lambda \cdot N_0 \cdot e^{-\lambda t} \Rightarrow \frac{1}{10} \lambda \cdot N_0 = \lambda \cdot N_0 \cdot e^{-\lambda t} \Rightarrow \ln \frac{1}{10} = -0'224 \cdot t \cdot \ln e \Rightarrow t = \frac{\ln 1 - \ln 10}{-0'224} = \frac{0 - \ln 10}{-0'224} = \frac{\ln 10}{0'224} = 10'28 \text{ horas}$$

- a) Al incidir un haz de luz de cierta frecuencia sobre un metal se produce efecto fotoeléctrico.  
i) Qué condición cumple la frecuencia de la luz para que se produzca dicho efecto?. ii) ¿Qué ocurrirá si se aumenta la intensidad de dicho haz?. Razone las respuestas.  
b) La máxima longitud de onda con la que se produce el efecto fotoeléctrico en el calcio es de  $4'62 \cdot 10^{-7}$  m. Calcule: i) La frecuencia umbral del calcio. ii) Su trabajo de extracción. iii) La energía cinética máxima de los electrones emitidos cuando se ilumina una lámina de calcio con luz ultravioleta de  $2'5 \cdot 10^{-7}$  m.

$$h = 6'63 \cdot 10^{-34} \text{ Js} ; c = 3 \cdot 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$$

FISICA. 2021. RESERVA 1. EJERCICIO D2

### R E S O L U C I O N

a) i) Si se produce efecto fotoeléctrico, la frecuencia de la luz incidente ( $f$ ), debe ser mayor que la frecuencia umbral del metal ( $f_0$ ), es decir :  $f > f_0$ .

ii) Si aumenta la intensidad de la luz incidente, esto significa que aumenta el número de fotones por unidad de tiempo, como cada fotón arranca un electrón, esto implica que aumentará el número de electrones arrancados del metal.

b) i) Como  $\lambda = 4'62 \cdot 10^{-7} \Rightarrow f_0 = \frac{c}{\lambda} = \frac{3 \cdot 10^8}{4'62 \cdot 10^{-7}} = 6'49 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$

ii)  $W_0 = h \cdot f_0 = 6'63 \cdot 10^{-34} \cdot 6'49 \cdot 10^{14} = 4'3 \cdot 10^{-19} \text{ Julios}$

iii)

$$E = W_0 + E_c \Rightarrow h \cdot \frac{c}{\lambda} = W_0 + E_c \Rightarrow E_c = h \cdot \frac{c}{\lambda} - W_0 = 6'63 \cdot 10^{-34} \cdot \frac{3 \cdot 10^8}{2'5 \cdot 10^{-7}} - 4'3 \cdot 10^{-19} = 3'656 \cdot 10^{-19} \text{ Julios}$$

a) Indique, razonando la respuesta, si la siguiente afirmación es verdadera o falsa: “En el efecto fotoeléctrico, los electrones emitidos por el metal tienen la misma energía que los fotones incidentes”.

b) Al iluminar un electrodo de platino con dos haces de luz monocromáticas de longitudes de onda  $1'5 \cdot 10^{-7}$  m y  $1 \cdot 10^{-7}$  m, se observa que la energía cinética máxima de los electrones emitidos es 3'52 eV y 7'66 eV, respectivamente. Determine razonadamente: i) La constante de Planck. ii) La frecuencia umbral del platino.

$$c = 3 \cdot 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}; e = 1'6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$$

**FISICA. 2021. RESERVA 2. EJERCICIO D1**

### R E S O L U C I O N

a) La afirmación es falsa.

Siguiendo la ecuación Einstein del efecto fotoeléctrico:  $E = W_0 + E_c$

E es la energía de cada fotón,  $W_0$  es el trabajo de extracción del metal y  $E_c$  es la energía de cada electrón. Se deduce entonces que la  $E_c$  es menor que E, ya que parte de la energía de E se invierte en  $W_0$ .

b) i) Aplicamos la ecuación de Einstein del efecto fotoeléctrico

$$\text{luz}_1 \begin{cases} \lambda_1 = 1'5 \cdot 10^{-7} \text{ m} \\ E_{c1} = 3'52 \text{ eV} \end{cases} \Rightarrow E_1 = W_0 + E_{c1} \Rightarrow h \cdot \frac{c}{\lambda_1} = h \cdot f_0 + E_{c1}$$

$$\text{luz}_2 \begin{cases} \lambda_2 = 1 \cdot 10^{-7} \text{ m} \\ E_{c2} = 7'66 \text{ eV} \end{cases} \Rightarrow E_2 = W_0 + E_{c2} \Rightarrow h \cdot \frac{c}{\lambda_2} = h \cdot f_0 + E_{c2}$$

Restando las dos ecuaciones miembro a miembro, tenemos que la constante de Planck es:

$$h \left( \frac{c}{\lambda_2} - \frac{c}{\lambda_1} \right) = E_{c2} - E_{c1} \Rightarrow h \left( \frac{3 \cdot 10^8}{1 \cdot 10^{-7}} - \frac{3 \cdot 10^8}{1'5 \cdot 10^{-7}} \right) = (7'66 - 3'52) \cdot 1'6 \cdot 10^{-19} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow h \cdot 1 \cdot 10^{15} = 6'624 \cdot 10^{-19} \Rightarrow h = 6'624 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$$

ii)

$$h \cdot \frac{c}{\lambda_1} = h \cdot f_0 + E_{c1} \Rightarrow f_0 = \frac{c}{\lambda_1} - \frac{E_{c1}}{h} = \frac{3 \cdot 10^8}{1'5 \cdot 10^{-7}} - \frac{3'52 \cdot 1'6 \cdot 10^{-19}}{6'624 \cdot 10^{-34}} = 2 \cdot 10^{15} - 8'5 \cdot 10^{14} = 1'15 \cdot 10^{15} \text{ Hz}$$

a) Discuta razonadamente la veracidad de la siguiente afirmación. “La radiación beta es sensible a campos magnéticos, mientras que la gamma no”.

b) Considere los núcleos  ${}^3_1\text{H}$  y  ${}^3_2\text{He}$ . i) Explique cuáles son las partículas constituyentes de cada uno de ellos y razone qué emisión radiactiva permitiría pasar de uno a otro. ii) Obtenga la energía de enlace para cada uno de ellos y justifique razonadamente cuál de ellos es más estable.

$$m({}^3_1\text{H}) = 3'016049 \text{ u} ; m({}^3_2\text{He}) = 3'016029 \text{ u} ; m_p = 1'007276 \text{ u} ; m_n = 1'008665 \text{ u}$$

$$1\text{u} = 1'67 \cdot 10^{-27} \text{ kg} ; c = 3 \cdot 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$$

**FISICA. 2021. RESERVA 2. EJERCICIO D2**

### R E S O L U C I O N

a) La afirmación es verdadera.

La radiación beta son electrones que provienen de un núcleo y, como tienen carga negativa, se desvían en presencia de un campo magnético. La radiación gamma es energía pura que sale del núcleo y no tiene carga, por lo que no le afecta el campo magnético.

b) i) El  ${}^3_1\text{H}$  tiene 1 protón y 2 neutrones.

El  ${}^3_2\text{He}$  tiene 2 protones y 1 neutrón.

La emisión beta permite pasar de  ${}^3_1\text{H}$  a  ${}^3_2\text{He}$



Al desintegrarse un neutrón del  ${}^3_1\text{H}$  en un protón, un electrón y una tercera partícula, el protón queda en el núcleo y las otras dos partículas salen del núcleo.

ii)  $1p + 2n \rightarrow {}^3_1\text{H}$

$$\Delta m = 2m_n + m_p - m({}^3_1\text{H}) = 2 \cdot 1'008665 + 1'007276 - 3'016049 = 0'008557 \text{ u}$$

$$E_e = \Delta m \cdot c^2 = 0'008557 \text{ u} \cdot \frac{1'66 \cdot 10^{-27} \text{ kg}}{1 \text{ u}} \cdot (3 \cdot 10^8)^2 = 1'278 \cdot 10^{-12} \text{ Julios}$$

$$E_{\text{enlace}}({}^3_1\text{H}) = \frac{E}{3} = \frac{1'278 \cdot 10^{-12}}{3} = 4'26 \cdot 10^{-13} \text{ Julios / nucleón}$$

$2p + 1n \rightarrow {}^3_2\text{He}$

$$\Delta m = m_n + 2m_p - m({}^3_2\text{He}) = 1'008665 + 2 \cdot 1'007276 - 3'016029 = 0'007188 \text{ u}$$

$$E_e = \Delta m \cdot c^2 = 0'007188 \text{ u} \cdot \frac{1'66 \cdot 10^{-27} \text{ kg}}{1 \text{ u}} \cdot (3 \cdot 10^8)^2 = 1'074 \cdot 10^{-12} \text{ Julios}$$

$$E_{\text{enlace}}({}^3_2\text{He}) = \frac{E}{3} = \frac{1'074 \cdot 10^{-12}}{3} = 3'58 \cdot 10^{-13} \text{ Julios / nucleón}$$

Luego, el más estable es el  ${}^3_1\text{H}$ , ya que tiene mayor energía de enlace.

a) A partir de la ecuación del efecto fotoeléctrico, razone si es cierta o falsa la siguiente afirmación: “La energía cinética máxima de los electrones emitidos varía linealmente con la frecuencia de la luz incidente”.

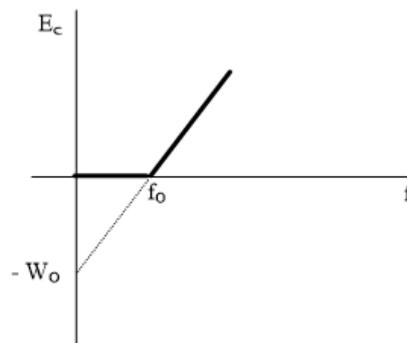
b) Para medir el trabajo de extracción de un metal, A, se hace incidir un haz de luz monocromática sobre dos muestras, una de dicho metal, y otra de un metal, B, cuyo trabajo de extracción es 4'14 eV. Los potenciales de frenado de los electrones producidos son 9'93 V y 8'28 V, respectivamente. Calcule razonadamente: i) La frecuencia de la luz utilizada. ii) El trabajo de extracción del metal A.

$$h = 6'63 \cdot 10^{-34} \text{ Js} ; e = 1'6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$$

FISICA. 2021. RESERVA 3. EJERCICIO D1

### RESOLUCION

a) Ecuación del efecto fotoeléctrico:  $E = W_0 + E_c \Rightarrow h \cdot f = W_0 + E_c \Rightarrow E_c = h \cdot f - W_0$



A partir de una frecuencia umbral ( $f_0$ ), es cierto que  $E_c$  varía linealmente con  $f$ . Pero por debajo de la frecuencia umbral, no hay efecto fotoeléctrico.

La afirmación es cierta, pero para valores superiores a la frecuencia umbral.

b) i) El potencial de frenado aplicado a cada electrón es igual a la energía cinética que tiene el electrón al salir del metal.

$$E_c(A) = V_f \cdot e = 9'93 \text{ eV}$$

$$E_c(B) = V_f \cdot e = 8'28 \text{ eV}$$

La misma luz, luego,  $E = h \cdot f$  sobre los dos metales  $\Rightarrow \begin{cases} h \cdot f = W_0(A) + E_c(A) \\ h \cdot f = W_0(B) + E_c(B) \end{cases}$

$$h \cdot f = W_0(B) + E_c(B) \Rightarrow 6'63 \cdot 10^{-34} \cdot f = 4'14 \cdot 1'6 \cdot 10^{-19} + 8'28 \cdot 1'6 \cdot 10^{-19} \Rightarrow f \approx 3 \cdot 10^{15} \text{ Hz}$$

ii)

$$h \cdot f = W_0(A) + E_c(A) \Rightarrow 6'63 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^{15} = W_0(A) + 9'93 \cdot 1'6 \cdot 10^{-19} \Rightarrow W_0(A) \approx 4 \cdot 10^{-19} \text{ Julios}$$

a) Discuta razonadamente los tipos de emisiones radiactivas que pueden producirse en el núcleo de los átomos y las características que posee cada una de ellas.

b) El periodo de semidesintegración del  $^{226}\text{Ra}$  es de 1602 años. Si se posee una muestra de 240 mg, determine: i) La masa de dicho isótopo que queda sin desintegrar al cabo de 350 años. ii) El tiempo que se requiere para que su actividad se reduzca a la sexta parte.

**FISICA. 2021. RESERVA 3. EJERCICIO D2**

## R E S O L U C I O N

a) Existen tres tipos de emisiones radiactivas que se producen en los núcleos de los átomos: radiación alfa, radiación beta y radiación gamma.

- Los rayos alfa son núcleos de helio (2 protones y 2 neutrones), tienen carga positiva, se desvían en presencia de campos eléctricos y magnéticos y tienen poco poder de penetración en la materia.

- Los rayos beta son electrones que provienen de la desintegración de un neutrón del núcleo, en un protón (que se queda en el núcleo), un electrón que sale fuera y una tercera partícula que sale fuera. Tienen carga negativa, se desvían en presencia de campos eléctricos y magnéticos. Tienen más poder de penetración en la materia que los rayos alfa.

- Los rayos gamma son ondas electromagnéticas, energía pura. No se desvían en presencia de campos eléctricos y magnéticos. Tienen mayor poder de penetración que los rayos beta.

b) Según la ley de desintegración radiactiva

$$N = N_0 \cdot e^{-\lambda \cdot t} = 240 \text{ mg} \cdot e^{-\frac{\ln 2}{1602 \text{ años}} \cdot 350 \text{ años}} = 206'27 \text{ mg}$$

La actividad de una muestra, A, es el producto del número de núcleos radiactivos por la constante de desintegración.

$$\lambda \cdot N = \lambda N_0 \cdot e^{-\lambda \cdot t} \Rightarrow \lambda \cdot \frac{N_0}{6} = \lambda N_0 \cdot e^{-\lambda \cdot t} \Rightarrow \frac{1}{6} = e^{-\frac{\ln 2}{1602 \text{ años}} \cdot t} \Rightarrow \ln \frac{1}{6} = -\frac{\ln 2}{1602 \text{ años}} \cdot t \Rightarrow$$

$$\Rightarrow t = \frac{\ln \frac{1}{6}}{-\frac{\ln 2}{1602 \text{ años}}} = 4141'11 \text{ años}$$

a) Un mesón  $\pi$  tiene una masa 275 veces mayor que la de un electrón. i) ¿Qué relación existe entre las longitudes de onda de De Broglie del mesón y el electrón si ambos se mueven con la misma velocidad?. ii) ¿Y si se mueven de modo que poseen la misma energía cinética?. Razone las respuestas.

b) Las moléculas de hidrógeno gaseoso ( $H_2$ ), en condiciones estándar, se mueven a una velocidad promedio de  $1846 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ . Resuelva los siguientes apartados razonadamente.

i) ¿Cuánto vale la longitud de onda de De Broglie promedio de las moléculas de hidrógeno?.

ii) ¿A qué velocidad debería moverse un electrón para tener la misma longitud de onda que las moléculas de hidrógeno?..

$$h = 6'63 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s} ; m(H_2) = 3'346 \cdot 10^{-27} \text{ kg} ; m_e = 9'1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}.$$

**FISICA. 2021. RESERVA 4. EJERCICIO D1**

### R E S O L U C I O N

a) i) Sabemos que:  $v_\pi = v_e$ , luego:

$$\left. \begin{array}{l} \lambda_\pi = \frac{h}{m_\pi \cdot v_\pi} \\ \lambda_e = \frac{h}{m_e \cdot v_e} \end{array} \right\} \Rightarrow \frac{\lambda_\pi}{\lambda_e} = \frac{m_e}{m_\pi} = \frac{1}{275}$$

$$\text{ii) } E_{c_\pi} = E_{c_e} \Rightarrow \frac{1}{2} m_\pi v_\pi^2 = \frac{1}{2} m_e v_e^2 \Rightarrow 275 m_e v_\pi^2 = m_e v_e^2 \Rightarrow \frac{v_e}{v_\pi} = \sqrt{275}$$

$$\left. \begin{array}{l} \lambda_\pi = \frac{h}{m_\pi \cdot v_\pi} \\ \lambda_e = \frac{h}{m_e \cdot v_e} \end{array} \right\} \Rightarrow \frac{\lambda_\pi}{\lambda_e} = \frac{m_e \cdot v_e}{m_\pi \cdot v_\pi} = \frac{m_e \cdot v_e}{275 m_e \cdot v_\pi} = \frac{v_e}{275 \cdot v_\pi} = \frac{\sqrt{275}}{275}$$

b) i)

$$\lambda_{\text{promedio}}(H_2) = \frac{h}{m_{H_2} \cdot v_{H_2}} = \frac{6'63 \cdot 10^{-34}}{3'346 \cdot 10^{-27} \cdot 1846} = 1'07 \cdot 10^{-10} \text{ m}$$

ii)

$$\lambda_e = \lambda_{\text{promedio}}(H_2) = 1'07 \cdot 10^{-10} = \frac{h}{m_e \cdot v_e} = \frac{6'63 \cdot 10^{-34}}{9'1 \cdot 10^{-31} \cdot v_e} \Rightarrow v_e = 6'81 \cdot 10^6 \text{ m/s}$$

a) i) Indique cuáles son las interacciones fundamentales de la naturaleza y explique brevemente las características de cada una. ii) Explique cuál o cuáles de ellas están relacionadas con la estabilidad nuclear.

b) En un yacimiento arqueológico se ha encontrado un cuerpo momificado con el 86% de  $^{14}\text{C}$  del que presenta habitualmente un ser vivo. Sabiendo que el periodo de semidesintegración del  $^{14}\text{C}$  es de 5730 años, determine razonadamente: i) El tiempo transcurrido desde su muerte.

ii) El porcentaje del  $^{14}\text{C}$  original que quedará en dichos restos cuando hayan transcurrido 500 años más.

**FISICA. 2021. RESERVA 4. EJERCICIO D2**

### R E S O L U C I O N

a) i) Las interacciones fundamentales de la naturaleza son cuatro:

- 1) Interacción gravitatoria
- 2) Interacción electromagnética.
- 3) Interacción nuclear fuerte.
- 4) Interacción nuclear débil.

Características:

- a) Alcance: 1) y 2) tienen largo alcance, llegan hasta el infinito.  
3) y 4) tienen corto alcance, quedan dentro de los núcleos.
- b) Carácter: 1) es atractivo, las masas siempre se atraen.  
2) atractivo y repulsivo, cargas de signos contrarios se atraen y de igual signo se repelen.  
3) atractivo fundamentalmente, para evitar que los protones se repelen y se desintegre el núcleo.  
4) repulsivo, es la responsable de la desintegración de un neutrón.
- c) Origen: 1) la masa. 2) la carga. 3) y 4) el núcleo atómico.
- d) Intensidad relativa: 1)  $\approx 10^{-38}$ . 2)  $10^{-2}$ . 3) 1. 4)  $10^{-13}$ . La más fuerte es la 3)

ii) La 3) es la responsable de que un núcleo no se desintegre debido a las repulsiones entre los protones. La 4) es la responsable de la desintegración espontánea de un neutrón dentro del núcleo.

b) i) Según la ley de desintegración radiactiva

$$\lambda \cdot N = \lambda N_0 \cdot e^{-\lambda \cdot t} \Rightarrow 86 = 100 \cdot e^{-\frac{\ln 2}{5730} \cdot t} \Rightarrow \ln 0'86 = -\frac{\ln 2}{5730} \cdot t \Rightarrow t = \frac{\ln 0'86}{-\frac{\ln 2}{5730}} = 1246'8 \text{ años}$$

ii)

$$\lambda \cdot N = \lambda N_0 \cdot e^{-\lambda \cdot t} \Rightarrow \lambda \cdot N = 86 \cdot e^{-\frac{\ln 2}{5730} \cdot 500} = 80'95$$

El % que queda después de 500 años más es 80'95% de  $^{14}\text{C}$

a) Discuta razonadamente la veracidad de las siguientes afirmaciones: i) La masa de un núcleo es siempre menor que la suma de las masas de los protones y neutrones que lo forman. ii) En una emisión alfa el número másico decrece en dos unidades y el número atómico en una.

b) En la bomba de Hidrógeno(o bomba de fusión) intervienen dos núcleos, uno de deuterio ( ${}^2_1\text{H}$ ) y otro de tritio ( ${}^3_1\text{H}$ ) que dan lugar a uno de helio ( ${}^4_2\text{He}$ ). i) Escriba la reacción nuclear correspondiente. ii) Obtenga la energía liberada en el proceso por cada átomo de helio obtenido.

$$1\text{u} = 1'66 \cdot 10^{-27} \text{ kg}; c = 3 \cdot 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}; m({}^4_2\text{He}) = 4'002603 \text{ u}; m({}^2_1\text{H}) = 2'014102 \text{ u};$$

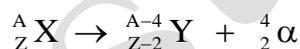
$$m({}^3_1\text{H}) = 3'016049 \text{ u}; m_n = 1'008665 \text{ u}$$

FISICA. 2021. JULIO. EJERCICIO D1

### R E S O L U C I O N

a) i) La afirmación es verdadera, ya que si se unieran los protones y neutrones para formar un núcleo, se liberaría una energía de enlace que proviene de la conversión de masa en energía según la ecuación de Einstein:  $E = \Delta m \cdot c^2$ , por lo tanto, la masa del núcleo es menor.

ii) La afirmación es falsa, ya que una partícula alfa tiene de número másico 4 y de número atómico 2.



b) i) La reacción es:  ${}^2_1\text{H} + {}^3_1\text{H} \rightarrow {}^4_2\text{He} + {}^1_0\text{n}$

Se desprende un neutrón, ya que se tiene que cumplir:

$$\text{La ley de conservación del número de nucleones: } 2+3=4+1$$

$$\text{La ley de conservación de la carga eléctrica: } 1+1=2+0$$

ii)

$$\Delta m = m({}^2_1\text{H}) + m({}^3_1\text{H}) - m({}^4_2\text{He}) - m({}^1_0\text{n}) =$$

$$= 2'014102 + 3'016049 - 4'002603 - 1'008665 = 0'0188831 \text{ u} \cdot \frac{1'66 \cdot 10^{-27} \text{ kg}}{1 \text{ u}} = 3'13 \cdot 10^{-29} \text{ kg}$$

Luego, la energía liberada en la formación de 1 núcleo de Helio es:

$$E_e = \Delta m \cdot c^2 = 3'13 \cdot 10^{-29} \cdot (3 \cdot 10^8)^2 = 2'82 \cdot 10^{-12} \text{ Julios}$$

a) Enuncie la hipótesis de De Broglie y escriba su ecuación. Indique las magnitudes físicas involucradas y sus unidades en el Sistema Internacional.

b) Una partícula alfa ( $\alpha$ ) emitida en el decaimiento radiactivo del  $^{238}\text{U}$  posee una energía cinética de  $6'72 \cdot 10^{-13} \text{ J}$ . i) ¿Cuánto vale su longitud de onda de De Broglie asociada?. ii) ¿Qué diferencia de potencial debería existir en una región del espacio para detener por completo la partícula alfa?. Indique mediante un esquema la dirección y sentido del campo necesario para ello. Razone todas las respuestas.

$$h = 6'63 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}; e = 1'6 \cdot 10^{-19} \text{ C}; m_{\alpha} = 6'64 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$$

**FISICA. 2021. JULIO. EJERCICIO D2**

### R E S O L U C I O N

a) Louis De Broglie, basándose en los resultados de Planck y Einstein, supuso en 1924 que cualquier partícula puede comportarse como una onda en algunas situaciones. Es decir, supuso que toda la materia tiene un comportamiento dual onda-partícula.

Dicho comportamiento ondulatorio vendrá caracterizado por una  $\lambda$ , llamada longitud de onda asociada a la partícula que estemos considerando. Esta  $\lambda$  viene dada por la expresión  $\lambda = \frac{h}{p}$ , donde

$h$  es la cte de Planck y  $p = m \cdot v$  es la cantidad de movimiento de la partícula. Por lo tanto,

$$\lambda = \frac{h}{m \cdot v}$$

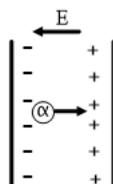
- $\lambda$  = Longitud de onda asociada a la partícula (m)
- $h$  = constante de Plank ( $\text{J} \cdot \text{s}$ )
- $m$  = masa de la partícula (kg)
- $v$  = velocidad de la partícula ( $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$ )

b) i)

$$E_c = \frac{1}{2} m v^2 \Rightarrow 6'72 \cdot 10^{-13} = \frac{1}{2} \cdot 6'64 \cdot 10^{-27} \cdot v^2 \Rightarrow v = 1'42 \cdot 10^7 \text{ m/s}$$

$$\lambda = \frac{h}{m \cdot v} = \frac{6'63 \cdot 10^{-34}}{6'64 \cdot 10^{-27} \cdot 1'42 \cdot 10^7} = 7'03 \cdot 10^{-15} \text{ m}$$

ii) Como la partícula tiene carga positiva, para frenarla debemos aplicar un campo eléctrico en sentido contrario al del movimiento



Principio de conservación de la energía mecánica

$$\begin{aligned} E_m(-) = E_m(+) &\Rightarrow E_{pe}(-) + E_c(-) = E_{pe}(+) + E_c(+) \Rightarrow qV(-) + E_c(-) = qV(+) + 0 \Rightarrow \\ &\Rightarrow E_c(-) = q[V(+)-V(-)] \Rightarrow 6'72 \cdot 10^{-13} = 2 \cdot 1'6 \cdot 10^{-19} \cdot \Delta V \Rightarrow \\ &\Rightarrow \Delta V = 2'1 \cdot 10^6 \text{ voltios} \end{aligned}$$

Emestrada